

## 連載 病虫害抵抗性付与の品種開発 シリーズ (7)

# カンキツにおける病虫害抵抗性育種の現状と展望

農研機構 果樹研究所  
カンキツ研究領域

吉岡 照高 (よしおか てるたか)

### はじめに

我が国における組織的なカンキツ育種は1937年に園芸試験場(現 農研機構果樹研究所カンキツ研究興津拠点)で開始され、栽培が容易で、果実品種の優れた成熟期が早生から晩生にわたる新品種の育成が目標とされてきた。病虫害抵抗性品種の育成は、当然栽培性の改良のうえで重要な要素である。栽培管理において病虫害防除にかかる作業時間およびその経費は大きく、圃場立地条件、経営規模、作型および機械化の導入状況などにより一概にはいえないが、例えばウンシュウミカンでは、薬剤経費が全体の12%を占め、10a当たり28千円、薬剤散布などの作業時間が全体の16%を占め、10a当たり年間39時間もかかっているという試算もあり、経済的な側面も大きい。また、食の安心・安全の確保に加え、省力低コスト栽培技術の開発が求められている現在において、病虫害抵抗性の付与は育種研究に求められている最重要課題の一つであるといえる。

ここでは、農研機構果樹研究所でのカンキツにおける主要な病虫害抵抗性育種のこれまでの取り組みと現状および今後の展望、育種の方向性について紹介する。

### I これまでのカンキツ育種

果樹研究所におけるカンキツ育種は、‘清見’(カンキツ興津21号)が注目され、交配親に利用されはじめて以降大きく発展し、食味が改良された無核性の品種の育成が進んだ。さらに海外導入品種の高糖度性、香気性、果皮色等を取り入れた育種が進み、品種の多様性を高めてきた。それらの中から食味がよく普及性も高い‘不知火’、‘はるみ’、‘せとか’等が育成され主要品種となっている。さらに最近では、ウンシュウミカンと同時期に成熟する早生品種や機能性成分である $\beta$ -クリプトキサンチン高含有品種などが育成され、食味改善と熟期拡大には大きな成果を上げてきている。ところでこれまで一次

選抜段階においては、成熟期における食味での選抜の優先度が高く、病虫害抵抗性については、圃場での観察により特に甚大な発生が確認されるなど普及上明らかに問題が想定される場合を除き、あまり重要視されてこなかった。虫害抵抗性にいたっては全く考慮されてこなかったに等しい状況であった。病虫害抵抗性について取り組みが十分でなかったのは、果樹育種がその特異性から育種規模が大きくできず、優先的な目標形質で選抜淘汰せざるを得ない事情による。また、選抜段階で利用できる簡易で、再現性のある病虫害抵抗性の検定方法が開発されておらず、さらに育種改良に有用な遺伝資源の存在も不明であったという理由がある。

### II 病虫害抵抗性

カンキツ栽培で重要な病害といえば、カンキツかいよう病、そうか病および黒点病であり、ウンシュウミカンではそうか病および黒点病の防除対策に年間4回の薬剤防除を行う。また、かいよう病り病性品種では、その対策に年間4~6回の殺菌剤散布が必要となり、台風襲来により発生の危険性が高まればさらに追加的散布が必要となる。これら病害に対する抵抗性品種開発の産業的効果は非常に大きい。

#### 1 かいよう病抵抗性育種

カンキツかいよう病は、世界のカンキツ栽培地で広く発生し、葉、枝および果実に中心部がコルク化した円形の病斑を形成し、果実の商品価値が低下する。激しく発病すると落葉を引き起こし、樹勢の低下、着花不良の原因となる。すべてのカンキツ類で発病するが、品種間で抵抗性に大きな差がある。我が国の主要種であるウンシュウミカンはかいよう病に比較的強く、経済的被害を受けることはほとんどなかったが、近年の地球温暖化に伴う異常気象や台風襲来により発生が問題になることが増えた。また、ウンシュウミカンから中晩生の新品種への更新が進められているが、それら更新候補品種にり病性

品種が多いことが課題である。本病の対策としては薬剤防除が中心となるが、効果が不十分な銅剤以外に頼らざるを得ず防除効果が十分でない。このため抵抗性品種開発の意義は大きい。

これまでの調査でキンカン、ユズ、ヒュウガナツ、ボンカン等が強く、グレープフルーツ、スイートオレンジ類、レモン類等は弱く、ウンシュウミカンが中程度の抵抗性とされている。また、果樹研究所の育成品種の中では、‘不知火’、‘スイートスプリング’、‘サマーフレッシュ’、‘サザンイエロー’、‘ぶちまる’は、かいよう病の発生がほとんどなく強度の抵抗性を有している（表-1）。特に‘不知火’は、通常かいよう病防除は必要なく、果実品質の高さだけでなく耐病性の点からも普及性が非常に高い品種である。また、2015年3月に品種登録された‘璃の香’は、‘リスボン’レモンとヒュウガナツの交雑品種で、かいよう病抵抗性に豊産性のレモンタイプのカンキツとして注目されている（図-1）。近年安全・安心を求める消費者のニーズが高まり、国産レモンの生産量が拡大して

いる。しかし一般的にレモンはかいよう病に弱いため我が国での露地栽培は瀬戸内地方など温暖で降水量の少ない地域に限られており、生産拡大のためにはかいよう病抵抗性の付与が必須であり、消費者にニーズ応えるものである。一方、‘はるみ’、‘西之香’、‘はれひめ’、‘たまみ’等は罹病性で栽培上問題となる。かいよう病抵抗性の遺伝様式については、付傷接種による幼苗検定結果から、優性の単一遺伝子により説明がされてきた（松本・奥代1990）。最近の研究では、ブンタン類に特異的な抵抗性を支配している劣性単一遺伝子の存在がわかってきている。これまでの研究でキンカン、ボンカンなどカンキツ種により抵抗性の機構にはいくつかのタイプが存在するようで、それらを考慮した研究の推進を品種育成の面からも進めていく必要がある。

## 2 そうか病

本病は、果実、葉、枝に発生し、被害果実の商品価値は著しく低下する。なお、果実が小さいころに激しく感染すると大部分が落果する。ただし、優れた登録農薬が

表-1 果樹研究所育成品種および主要品種のかいよう病とそうか病に対する抵抗性

		かいよう病				
		大被害の可能性あり		発生に注意	抵抗性あり防除不要	
		弱い ←			→ 強い	
そうか病	大被害の可能性あり	サザンレッド あまか カラ	レモン類 ラレモン	はれひめ クネンボ	ミホコール 天草 ウンシュウミカン	シキキツ
	発生に注意				平紀州	
	抵抗性あり防除不要	グレープフルーツ				璃の香 ヒュウガナツ
	強い	南香 カラタチ	スイートオレンジ	麗紅 はやさき 清峰 朱見 西之香 はるみ 宮内イヨ ナツミカン	たまみ べにばえ 清見 平戸ブンタン ハッサク	不知火 サマーフレッシュ 紅まどか ぶちまる ユズ

育成品種の抵抗性は、系統適応性検定試験成績を参照した。

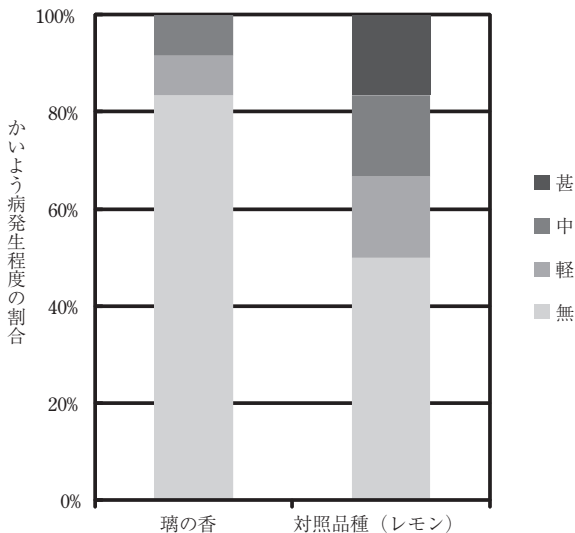


図-1 '璃の香' とレモンとのかいよう病発生程度の比較  
カンキツ系統適応性検定試験結果より。無：病斑なし、軽：病斑がみられるが栽培上問題なし、中：中間、甚：病斑が多く、栽培上問題がある。'璃の香'は、著しい発生は見られず、あきらかにレモン類より抵抗性が高い。

あり、適期の散布によりその防除効果も高く、実質問題となることが少なく、また育種の選抜過程で利用可能な簡易な抵抗性の検定方法がないこともあり、そうか病抵抗性品種育成を目標とした育種は優先度が低い状況である。

これまで本病は品種により抵抗性の程度の違いが顕著で、平戸ブタン、ハッサク、スイートオレンジ類、ポンカン、イヨ等が最も強い抵抗性の部類に分類され、続いてグレープフルーツ、ヒュウガナツ、ユズ等が強いとされている。一方、ウンシュウミカンには本病に対して弱い(家城, 1979)。育成品種については、特性検定試験において評価されており、'清見'、'西之香'、'たまみ'およびブタン類が抵抗性であるとされている(表-1)。また、抵抗性の遺伝様式については、後代集団での分離状況が調査されている程度で、その詳細は不明である。

### 3 黒点病

黒点病は、薬剤防除の適期が梅雨時期にあたり、散布作業の実施に非常に苦勞する病害である。抵抗性品種の開発が実現すれば、農薬使用量の大幅な削減も可能となる。しかしながら、本病に全く感染しない抵抗性遺伝資源が現在のところ知られておらず、育種戦略の検討も難しい状況である。ただ、伝染源となる枯れ枝切除など耕種防除が効果も大きく、樹性(立ち性、下垂性)や着果位置等も薬剤防除効果に大きく影響するのであれば、育種選抜の段階で、樹性、樹姿を考慮した選抜も効果的

かもしれない。

### 4 ウイルス病害

カンキツ類では、カンキツトリステザウイルス(CTV)、温州萎縮ウイルス(SDV)やカンキツウイルス類等が問題となり、カンキツの種・品種によってウイルスやウイルスに対する耐性、発病程度、被害の深刻さが異なる。例えば、CTVは、我が国の主要カンキツであるウンシュウミカンではほとんど病徴がでず問題とならないが、ハッサク、ブタン類、ユズ、'清見'等の品種では、小葉化、樹勢低下、ステムピッチング、果実の小玉化等の症状を引き起こし果実生産上大きな問題となる。一方カンキツ近縁属のカラタチにはCTV抵抗性が存在し、接ぎ木接種を行っても感染、樹体内での増殖が確認されない。そこでこの抵抗性(免疫性)を交雑によりカンキツ属に導入を図り、これまで'かんきつ中間母本農7号'、'かんきつ中間母本農8号'および'オーラスター'を育成した。この抵抗性については選抜マーカーが開発されており、マーカーを利用することで育種効率が向上している。

現在カラタチ由来のCTV免疫性を利用しているが、海外ではこの免疫性を破るCTV系統の存在が報告されている(DAWSON and MOONEY, 2000)。この系統が日本国内に存在するかどうかは明らかではなく、また実被害の有無およびその深刻度については不明である。ただ、このような事例がある以上、今後は抵抗性品種育成にあたってはカラタチ由来の免疫性に連鎖するマーカーの有無だけでなく、接種試験および実被害の有無についても調査しておく必要がでてくるかもしれない。

### III 虫害抵抗性

カンキツ類で問題となる害虫はアブラムシ類、ハダニ・サビダニ類、カイガラムシ類、スリップス類、カメムシ類等である。対象となる多くの害虫は、大発生時とはともかく、通常は果実の表面を汚し商品価値を下げるといった被害を引き起こす。その点では被害の深刻度はそう高くないといえるが、生産者としては収益性に大きく影響する重要問題である。ただ、これまで害虫抵抗性育種についてはほとんど実績がなく、多くの害虫に対する抵抗性品種・系統の評価・探索すら体系的に実施されておらず抵抗性育種の基礎が整っていない状況である。

#### 1 ヤノネカイガラムシ

害虫抵抗性育種が難しいなかで、育種研究的な取り組み実績があるのがヤノネカイガラムシである。ヤノネカイガラムシは明治の後半に我が国に侵入した害虫で非常に大きな被害を受けていたが、薬剤防除では十分な効果

が上がっていなかった。そこで、寄生程度の種、品種間差異および抵抗性品種の探索について研究され、植物体に接種した1齢幼虫の発育状況からユズおよびユズ近縁種に強い抵抗性が認められている。またこれらの後代での抵抗性の分離を調査し、後代で抵抗性個体が分離することを確認している(西浦・上野, 1973)。ただ遺伝様式に解明には至っておらず、抵抗性品種育成の本格的な取り組みも行われていない。その後、天敵利用に研究がシフトし、中国からヤノネツヤコバチとヤノネキヒロコバチの2種の寄生蜂が導入され、これらの天敵は我が国環境へ適応し大きな防除効果をあげてきた。現在では抵抗性付与の意義も小さくなっており現在の育種目標にはあげていない。

## 2 ミカンバエ

本種は日本在来のミバエで、カンキツ類のみに寄生する。近年問題となりはじめ、徐々に発生地域も広がっているようである。主な発生源は放任園や管理不良のミカン園であり、成虫が発生園から周辺の園に飛来し、果実に産卵することによって被害を受ける。寄生された果実は、特に果梗部周辺が早く着色し落果するが、収穫期まで落果しない果実もある。ウンシュウミカン、ポンカン等果皮の比較的薄い品種で発生し、逆に果皮の厚いカンキツでは被害は確認されていない。産卵時期にある程度の果皮厚があれば物理的に産卵を阻止できるので、品種選択、抵抗性品種の開発の知見となる。

## おわりに

気温の上昇、降水量の増加、勢力の強い台風の襲来等の気象変動は、病虫害発生を増大させる要因であり、こ

れまでには問題にならなかった病虫害の発生や被害は報告されるようになってきており、生産現場ではその対応が求められている。その一方で、安心・安全を求める消費者ニーズをはじめ、農薬使用量を減らす方向であり、病虫害抵抗性品種開発の重要度が高まっている。中でもかいよう病に対する対策はこれまで以上に重要度が増している。我々が育成した品種を含め高品質の中晩生カンキツには高度な抵抗性をもった品種は多くない。今後、ポンカンやキンカンがもつかいよう病抵抗性を利用した育種を、抵抗性の程度の簡易的な判定方法の開発と併せ、病害研究の協力を得ながら積極的に進めていく。虫害抵抗性品種開発については、上述したように抵抗性遺伝資源が明らかでない状況で育種戦略の策定は難しい。実用的には、まず食の安全・安心を確保しつつ、天敵を利用した栽培体系で、商品として通用する基準をクリアできる果実品質(果実外観)をもった素材、遺伝資源の探索、作出を目指すことが必要であろう。果樹研究所カンキツ研究拠点の品種育成担当研究室の過去の保存遺伝資源目録や列植図を見ると「病虫害抵抗性の変異系統」の保存記録があるが、既に消失した遺伝資源も多い。まずは原点に立ち帰り同一圃場で多様な遺伝資源を放任状態で栽培し、各種病虫害の発生状況から調査してみる必要があるのかもしれない。

## 引用文献

- 1) DAWSON, T.E. and P.A. MOONEY (2000): Fourteenth IOCV Conference, 2000-Citrus Tristeza Virus. p.69 ~ 76.
- 2) 家城洋之 (1979): 果樹試験場報告 B6: 119 ~ 135.
- 3) 松本亮司・奥代直巳 (1990): 園芸学会雑誌 59(1): 9 ~ 14.
- 4) 西浦昌男・上野 勇 (1973): 木本作物の育種 早期検定方法の開発と利用, p.83 ~ 86.